



**Eur päisches
Patentamt**

**European
Patent Office**

**Office européen
des brevets**

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

02021526.5

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

R C van Dijk



Anmeldung Nr:
Application no.: 02021526.5
Demande no:

Anmeldetag:
Date of filing: 26.09.02
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

GRUNDFOS A/S
Poul Due Jensens Vej 7-11
DK-8850 Bjerringbro
DANEMARK

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.
If no title is shown please refer to the description.
Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Verfahren zur Erfassung eines Differenzdruckes

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s)
revendiquée(s)
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/
Classification internationale des brevets:

F04D/

Am Anmeldetag benannte Vertragstaaten/Contracting states designated at date of
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR

Anmelder: Grundfos a/s
Titel: Verfahren zur Erfassung eines Differenzdruckes

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erfassung eines Differenzdruckes oder zur Korrektur eines in einem Fluid erfassten Druckwertes auf Grundlage eines Druckes eines umgebenden Mediums sowie ein Pumpensystem mit einem Niveausensor und die Verwendung eines Drucksensors in
5 einem entsprechenden Pumpensystem.

Tauchpumpen sind üblicherweise mit einem Niveausensor bzw. Niveauschalter ausgerüstet, welcher die Pumpe in Abhängigkeit des Flüssigkeitsstandes in einem Pumpensumpf ein- und ausschaltet. Dabei können als Niveausensoren Drucksensoren eingesetzt werden, welche den
10 Fluidruck erfassen. Da sich der Fluidruck in Abhängigkeit der Höhe des Flüssigkeitsspiegels oberhalb des Drucksensors ändert, kann über den Fluidruck das Flüssigkeitsniveau bestimmt werden und die Pumpe entsprechend ein- und ausgeschaltet werden. Problematisch ist dabei,
15 dass sich ebenfalls Änderungen des atmosphärischen Druckes auf die Erfassung des Drucksensors auswirken. So kommt es zu Ungenauigkeiten bei der Bestimmung des Flüssigkeitsniveaus aufgrund von Schwankungen des Umgebungsdruckes. Um diese zu kompensieren, wurden in der Vergangenheit als Drucksensoren Differenzdrucksensoren eingesetzt,
20 welche die Druckdifferenz zwischen einem Fluidruck und dem Umgebungsdruck bestimmen und es somit ermöglichen, die genaue Höhe des Flüssigkeitsniveaus oberhalb des Drucksensors zu bestimmen. Der Einsatz dieser Sensoren erfordert jedoch, ein Rohr oder einen Schlauch aus dem Pumpensumpf hinauszuführen, um den Drucksensor auch mit
25 dem Umgebungsdruck beaufschlagen zu können. Dies macht den Aufbau und die Montage derartiger Pumpen recht aufwändig.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein verbessertes Verfahren zur Erfassung eines Differenzdruckes oder zur Korrektur eines in einem Fluid erfassten Druckwertes auf Grundlage eines Druckes eines umgebenden Mediums sowie ein entsprechendes Pumpensystem zu schaffen, welche einen vereinfachten Aufbau des Pumpensystems ermöglichen.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen, durch ein Pumpensystem mit den im Anspruch 14 angegebenen Merkmalen sowie durch die Verwendung eines Drucksensors mit den im Anspruch 20 angegebenen Merkmalen gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen ergeben sich aus den zugehörigen Unteransprüchen.

Das erfindungsgemäße Verfahren dient zur Erfassung eines Differenzdruckes oder zur Korrektur eines in einem Fluid erfassten Druckwertes auf Grundlage eines Druckes eines umgebenden Mediums, wobei dabei eine Druckdifferenz zwischen einem ersten und einem zweiten Druck, insbesondere einem Fluiddruck und einem weiteren Druck, beispielsweise des umgebenden Mediums gebildet wird. Erfindungsgemäß wird zu einem Zeitpunkt ein erster Druck und zu einem anderen Zeitpunkt ein zweiter Druck erfasst. Anschließend wird der zweite Druckwert auf Grundlage des ersten Druckes korrigiert, wobei bevorzugt zwischen beiden erfassten Druckwerten eine Druckdifferenz bestimmt wird. Dieses erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht somit, dass ein Drucksensor lediglich absolute Drücke, allerdings zu zwei verschiedenen Zeitpunkten erfassen muss, um eine Druckdifferenz zu bestimmen. Es kann somit auf einen Differenzdrucksensor, welcher zweiseitig beaufschlagt wird, verzichtet werden. Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht die Bestimmung einer Druckdifferenz mit einem einseitig beaufschlagten Sensor. Dies hat den weiteren Vorteil, dass in einem solchen Sensor, welcher üblicherweise eine Membran aufweist, die Erfassungselektronik auf der Seite der Membran angeordnet werden kann, welche nicht mit

Druck beaufschlagt wird. Dies vereinfacht die Isolation bzw. Abdichtung der Elektronik gegenüber dem Fluid, in dem der Druck bestimmt werden soll. Es wird somit ein vereinfachter Sensoraufbau möglich.

- 5 Das erfindungsgemäße Verfahren ist vielseitig überall dort einsetzbar, wo ein Differenzdruck bestimmt werden soll oder ein gemessener Druckwert auf Grundlage eines weiteren Druckwertes vorzugsweise laufend korrigiert werden soll. Das Verfahren kann beispielsweise eingesetzt werden, um einen Differenzdruck in einem geschlossenen System zu
10 bestimmen oder um einen in einem Fluid gemessenen Druckwert im Betrieb einer Anlage laufend auf Grundlage eines Druckes eines umgebenden Mediums zu korrigieren. Dabei kann beispielsweise zuerst der Druck des umgebenden Mediums bestimmt und dann zu einem zweiten späteren Zeitpunkt der Druck in dem Fluid bestimmt werden und
15 letzterer dann auf Grundlage des Umgebungsdruckes korrigiert werden durch Bildung eines Differenzdruckes. Alternativ kann auch zuerst der Fluiddruck und nachfolgend der Umgebungsdruck bestimmt werden.

- Vorzugsweise ist zumindest ein als Niveausensor in einer Pumpe dienender Drucksensor vorgesehen und wird zu dem einen Zeitpunkt der Umgebungsdruck und zu dem anderen Zeitpunkt der Druck des von der Pumpe zu fördernden Fluids erfasst. Diese Ausgestaltung des Verfahrens ermöglicht den Aufbau eines vereinfachten Niveausensors für eine Pumpe. Es ist nicht mehr erforderlich, einen zweiseitig beaufschlagten
25 Drucksensor einzusetzen, welcher gleichzeitig vom Umgebungsdruck und von dem Druck des zu fördernden Fluids beaufschlagt wird, und über den gemessenen Differenzdruck die Höhe des Fluidspiegels zu bestimmen. Erfindungsgemäß kann ein einseitig beaufschlagter Drucksensor eingesetzt werden, wobei der Umgebungsdruck und der Druck
30 des von der Pumpe zu fördernden Fluids zu zwei verschiedenen Zeitpunkten bestimmt werden. Dieses Verfahren kann bevorzugt dort eingesetzt werden, wo Druckänderungen in der Umgebung vergleichswei-

- se langsam ablaufen. Bei Pumpen ist dies der Fall, da sich der atmosphärische Umgebungsdruck vergleichsweise langsam ändert, während sich der Druck des zu fördernden Fluids aufgrund schneller Änderungen des Fluidniveaus schnell ändern kann. Aufgrund der langsamen
- 5 Änderungen des Umgebungsdruckes ist eine ständige Erfassung des Umgebungsdruckes zur Korrektur des Fluiddruckes nicht erforderlich. Es ist ausreichend, den Umgebungsdruck zu vorbestimmten Zeitpunkten zu erfassen und anschließend den laufend bestimmten Fluiddruck mit diesem zuvor erfassten Wert zu korrigieren. Die Erfassung des Umgebungs-
- 10 druckes und des Druckes des zu fördernden Fluids kann vorzugsweise durch ein und denselben Sensor erfolgen. Dazu kann der Sensor über Rohrleitungen mit dem Fluid und dem umgebenden Medium bzw. der Umgebung in Verbindung stehen, um abwechselnd bzw. nacheinander die Drücke des Fluids und des umgebenden Mediums bzw. der
- 15 Umgebung zu bestimmen. Dazu können entsprechende Schaltventile in den Rohrleitungen vorgesehen sein, um den Drucksensor abwechselnd mit dem Fluiddruck und dem Druck des umgebenden Mediums zu betriebszuschlagen.
- 20 Weiter bevorzugt wird der Drucksensor zum Erfassen des Umgebungsdruckes zu dem einen Zeitpunkt in eine Position oberhalb der Oberfläche des zu fördernden Fluids gebracht. Dies kann durch Bewegung des Drucksensors oder Veränderung des Fluidniveaus erfolgen. Wenn der Sensor oberhalb des Fluidniveaus angeordnet ist, befindet er sich au-
- 25 ßerhalb des Fluids in der Umgebung und kann dort den Umgebungsdruck bestimmen.

Entsprechend wird der Drucksensor vorzugsweise zum Erfassen des Druckes des zu fördernden Fluids zu dem anderen Zeitpunkt in eine Position

30 unterhalb der Oberfläche des zu fördernden Fluids gebracht. In dieser Position ist der Drucksensor in das Fluid eingetaucht und kann den Fluiddruck bestimmen.

- Bevorzugt wird zur Bestimmung des Umgebungsdruckes das Fluidniveau unter das Niveau des Drucksensors abgesenkt, und der Drucksensor erfasst den Umgebungsdruck zur Korrektur des in dem Fluid erfassten Druckwertes. Die Absenkung des Fluidniveaus unter das Niveau des Drucksensors erfolgt vorzugsweise durch die Pumpe selber. Dazu wird die Pumpe von einer Steuereinrichtung so angesteuert, dass sie zu einem vorgegebenen Zeitpunkt, an dem der Umgebungsdruck bestimmt werden soll, das Fluid soweit abpumpt, dass der Drucksensor freige-
10 pumpt wird und außerhalb des Fluids den Druck des umgebenden Mediums bzw. den Umgebungsdruck bestimmen kann. Dieses Verfahren ermöglicht, nur einen Drucksensor zur Bestimmung des Druckes des umgebenden Mediums und des Fluiddruckes einzusetzen, ohne dass aufwändige und lange Verbindungsleitungen erforderlich sind, welche
15 den Drucksensor mit dem umgebenden Medium und dem zu fördernden Fluid verbinden. Vielmehr wird der Drucksensor zur Bestimmung des Umgebungsdruckes vorübergehend durch Abpumpen des Fluids freigelegt.
- 20 Nach Erreichen des Niveaus des Drucksensors wird das Fluidniveau vorzugsweise auf einen vorbestimmten Wert unterhalb des Niveaus des Drucksensors abgesenkt. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass der Drucksensor sich tatsächlich außerhalb des Fluids befindet und den Druck des umgebenden Mediums fehlerfrei bestimmen kann. Dass das
25 Niveau des Drucksensors erreicht oder unterschritten wurde, kann dadurch festgestellt werden, dass beim Absenken des Fluidniveaus der vom Drucksensor erfasste Druck zunächst abfällt und bei Erreichen des Niveaus des Drucksensors dann konstant bleibt.
- 30 Dazu wird vorzugsweise das Fluidniveau nach Erreichen des Niveaus des Drucksensors während einer vorbestimmten Zeitspanne weiter abgesenkt. So kann eine Pumpe beispielsweise so gesteuert werden, dass

sie nach Erreichen des Niveaus des Drucksensors noch für eine vorbestimmte Zeitdauer weiterläuft, so dass sichergestellt wird, dass der Drucksensor zur Bestimmung des Druckes des umgebenden Mediums freigelegt wird.

5

Die Zeitspanne, in welcher das Fluidniveau weiter abgesenkt wird, wird vorzugsweise auf Grundlage der zuvor von dem Niveausensor erfassten Absinkgeschwindigkeit des Fluidniveaus berechnet. Auf diese Weise kann unabhängig von der Größe des Pumpensumpfes sichergestellt werden, dass der Drucksensor derart freigelegt wird, dass bei der Bestimmung des Druckes des umgebenden Mediums der Drucksensor um ein vorbestimmtes Maß oberhalb der Fluidoberfläche gelegen ist. Ein solcher vorbestimmter Abstand zwischen Drucksensor und Fluidoberfläche kann somit eingehalten werden, ohne dass das tatsächliche Fluidniveau nach Unterschreiten des Niveaus des Drucksensors noch weiter bestimmt werden muss.

Vorzugsweise wird die Pumpe nach Erreichen des Niveaus des Drucksensors nach Ablauf der vorbestimmten Zeitspanne oder bei Erreichen eines vorbestimmten Fluidniveaus unterhalb des Niveaus des Drucksensors abgeschaltet. Somit wird sichergestellt, dass auch während der Bestimmung des Druckes des umgebenden Mediums ein Pumpensumpf nicht vollständig leergepumpt wird und insbesondere die Pumpe nicht trockenläuft, was ein späteres Wiederanlaufen erschweren oder verhindern könnte. Es wird gewährleistet, dass der Saugmund einer Pumpe immer unterhalb des Fluidniveaus gelegen ist.

Weiter bevorzugt erfolgt die Erfassung des Umgebungsdruckes nur, wenn das Fluidniveau während einer vorbestimmten Zeitspanne unterhalb des Niveaus des Drucksensors verbleibt. Dies kann dadurch festgestellt werden, dass nach Abschalten der Pumpe das Fluidniveau nicht zu schnell und mit einer nicht zu hohen Geschwindigkeit wieder an-

steigt. Steigt das Fluidniveau zu schnell an, könnte der Fall vorliegen, dass der Ablauf des Fluids durch das Abpumpen einem weiteren Zulauf in den Pumpensumpf entspricht, so dass tatsächlich der Fluidspiegel gar nicht abfällt und der Sensor entsprechend nicht freigepumpt wird. Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird die Pumpe wieder gestartet, wenn eine Erfassung des Umgebungsdruckes nicht erfolgt. Das bedeutet, wenn festgestellt wird, dass nicht der korrekte Zustand erreicht ist, in welchem der Umgebungsdruck ermittelt werden kann, wird die Pumpe erneut gestartet, um das Fluidniveau weiter ab-
 5 zusenken und den Drucksensor in eine Position oberhalb des Flüssigkeitsniveaus zu bringen, um den Umgebungsdruck zu bestimmen.
 10

Ein Verfahrensschritt zur Ermittlung des Umgebungsdruckes wird vorzugsweise gestartet, wenn das Fluidniveau mit einer vorbestimmten Mindestgeschwindigkeit zu sinken beginnt. Die Bestimmung des Umgebungsdruckes kann somit vorzugsweise auf die Weise gestartet werden, dass zunächst die Pumpe gestartet wird, um das Fluidniveau zu senken. Wenn nun vom Drucksensor festgestellt wird, dass der gemessene Druck bzw. das Fluidniveau mit einer vorbestimmten Mindestgeschwindigkeit
 15 sinkt, leitet eine Steuereinrichtung den zuvor beschriebenen Vorgang zur Bestimmung des Umgebungsdruckes ein. Da dieser Vorgang erst bei einer vorbestimmten Mindestsinkgeschwindigkeit gestartet wird, kann sichergestellt werden, dass nicht ein Abfall des Umgebungsdruckes allein zum Start des Vorgangs zur Bestimmung des Umgebungs-
 20 druckes führt.
 25

Vorzugsweise erfolgt die Erfassung des Druckes des umgebenden Mediums zu vorbestimmten, vorzugsweise regelmäßigen Zeitpunkten. Beispielsweise kann der Umgebungsdruck stündlich bestimmt werden, wo-
 30 bei im Anschluss die ermittelten Fluiddruckwerte mit dem ermittelten Wert des Umgebungsdruckes korrigiert werden. Die Zeitabstände, in denen der Umgebungsdruck bestimmt wird, hängen davon ab, mit

- welcher Geschwindigkeit Änderungen des Umgebungsdruckes zu erwarten sind. Wenn schnellere Änderungen des Druckes des umgebenden Mediums zu erwarten sind, ist eine häufigere Bestimmung dieses Druckes erforderlich, um eine ausreichend genaue Korrektur des in dem Fluid bestimmten Druckwertes zu gewährleisten. Sind lediglich sehr langsame Druckänderungen in dem umgebenden Medium zu erwarten, können die Intervalle zwischen den einzelnen Druckmessungen in dem umgebenden Medium länger gewählt werden.
- Die Erfindung betrifft ferner ein Pumpensystem mit einem Niveausensor, welcher einen Drucksensor zur Bestimmung eines Absolutdruckes aufweist. Das bedeutet, es kann ein einseitig beaufschlagter Drucksensor eingesetzt werden. Ferner weist das Pumpensystem eine Steuereinrichtung auf, welche die Pumpe in Abhängigkeit der Messwerte des Niveausensors ein- und/oder ausschaltet. Zusätzlich weist die erfindungsgemäße Pumpe eine Kalibrierungseinrichtung auf, welche die Pumpe so steuert, dass zur Kalibrierung ein Fluidniveau unter das Niveau des Drucksensors abgesenkt wird, so dass dieser den Druck eines umgebenden Mediums, z. B. den Luftdruck erfasst. Ein solcher Kalibrierungsvorgang erfolgt vorzugsweise während des laufenden Betriebes zu vorbestimmten Zeitpunkten, weiter bevorzugt in regelmäßigen Abständen, um die von dem Drucksensor in dem zu fördernden Fluid erfassten Druckwerte auf Grundlage des Umgebungsdruckes zu korrigieren, so dass auf Grundlage der Druckdifferenz zwischen Fluiddruck und Umgebungsdruck die Höhe des Fluidstandes oberhalb des Drucksensors im laufenden Betrieb bestimmt werden kann, um die Pumpe entsprechend ein- und/oder auszuschalten. Die erfindungsgemäße Pumpe benötigt somit keinen Differenzdrucksensor und keine Leitung in die Umgebung, um ständig einen Differenzdruck zwischen Umgebung und Fluid zu bestimmen. Da die Bestimmung von Fluiddruck und Umgebungsdruck nicht zum selben Zeitpunkt erfolgt, sondern zeitversetzt, wird es möglich, ein und denselben Drucksensor zur Bestimmung des Um-

gebungsdruckes und des Druckes des zu fördernden Fluids einzusetzen. Zur Bestimmung des Umgebungsdruckes wird lediglich der Drucksensor, welcher sich im normalen Betrieb im Fluid befindet, wie oben beschrieben, freigepumpt.

5

Vorzugsweise sind der Niveausensor, die Steuereinrichtung und die Kalibrierungseinrichtung Bestandteil eines Pumpenaggregates. Auf diese Weise wird ein einfach einzusetzendes bzw. zu montierendes Pumpenaggregat geschaffen, da sämtliche Steuer- und Messeinrichtungen in
10 das Pumpenaggregat integriert sind. Vorzugsweise sind sämtliche Einrichtungen in das Pumpengehäuse integriert, so dass das Pumpenaggregat lediglich in einen Pumpensumpf eingesetzt bzw. eingehängt werden muss.

15 Der Drucksensor ist vorzugsweise oberhalb des Saugmundes der Pumpe angeordnet. Auf diese Weise wird verhindert, dass die Pumpe während des Freipumpens des Drucksensors trockenläuft, was ein späteres Wiederanlaufen erschweren oder verhindern würde. Es kann sichergestellt werden, dass auch während der Bestimmung des Umgebungsdruckes,
20 wenn das Fluidniveau unter das Niveau des Drucksensors abgesenkt wird, der Saugmund ständig im Fluid gelegen ist.

Der Drucksensor ist vorzugsweise am Stator- oder Pumpengehäuse angebracht. Dies vereinfacht die Montage, da der Drucksensor nicht separat von der Pumpe an einer vorgegebenen Position im Pumpensumpf befestigt werden muss. Der Sensor befindet sich immer an einer
25 vorgegebenen Position relativ zum Saugmund der Pumpe. Wenn der Drucksensor fest mit dem Stator- oder Pumpengehäuse verbunden bzw. an diesem angebracht ist, ist es zum Einsatz der Pumpe lediglich
30 erforderlich, diese in den Pumpensumpf einzusetzen.

Weiter bevorzugt ist eine die Kalibrierungseinrichtung umfassende Steuereinrichtung in einem Klemmenkasten oder in dem Pumpen- oder Statorgehäuse angeordnet. Auf diese Weise wird eine kompakte Pumpe bzw. ein kompaktes Pumpenaggregat geschaffen, in welche(s) sämtliche Steuereinrichtungen integriert sind, so dass der Anschluss und die Inbetriebnahme der Pumpe vereinfacht wird.

Der Drucksensor ist bevorzugt ein einseitig beaufschlagter Absolutdrucksensor. Dies ermöglicht eine einfache und kostengünstige Ausgestaltung des Drucksensors. Beispielsweise kann eine Membran in dem Drucksensor von einer Seite mit Druck beaufschlagt werden, während die erforderliche Elektronik zur Bestimmung der Membranauslenkung an der entgegengesetzten Seite der Membran geschützt vor dem Fluid angeordnet werden kann.

Die Erfindung betrifft ferner die Verwendung eines einseitig beaufschlagten Drucksensors in einem Pumpensystem gemäß der vorangehenden Beschreibung, wobei der Drucksensor nur über elektrische Anschlussleitungen verfügt. Bei bekannten Differenzdrucksensoren ist es erforderlich, eine Schlauchleitung an die Oberfläche oberhalb des Fluidniveaus zu führen, um den Differenzdrucksensor von einer Seite her mit dem Umgebungsdruck zu beaufschlagen. Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren und dem erfindungsgemäßen Pumpensystem ist dies nicht mehr erforderlich, vielmehr kann ein einseitig beaufschlagter Drucksensor in dem erfindungsgemäßen Pumpensystem verwendet werden.

Nachfolgend wird die Erfindung beispielhaft anhand der beigefügten Figuren beschrieben. In diesem zeigt:

30

Fig. 1 ein Diagramm, welches den Ablauf eines Korrekturvorganges zeigt, und

Fig. 2 ein Diagramm, welches einen Ablauf zeigt, bei welchem keine Korrektur ausgeführt wird.

5 Das erfindungsgemäße Verfahren und insbesondere das erfindungsgemäße Pumpensystem können überall dort eingesetzt werden, wo zu Mess- oder Steuerzwecken ein Differenzdruck zwischen einem Fluid und einem umgebenden Medium bestimmt werden muss. Bevorzugt wird das Verfahren in einer Pumpe eingesetzt, bei welcher über einem
10 Drucksensor das Fluidniveau erfasst wird, um die Pumpe ein- und/oder auszuschalten. Um den genauen Fluidstand bestimmen zu können, ist es erforderlich, den Differenzdruck zwischen einem Druck in einer bestimmten Höhe in dem Fluid und den Umgebungsdruck zu bestimmen, da sonst Schwankungen des Umgebungsdruckes den ermittelten Wert
15 für das Fluid- bzw. Flüssigkeitsniveau beeinflussen würden. Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren werden dazu der Umgebungsdruck und der Druck in dem Fluid nicht gleichzeitig, sondern zu unterschiedlichen Zeitpunkten nacheinander bestimmt.

20 Bei einer Tauchpumpe, wie sie beispielsweise zur Grundwasserabsenkung oder in Abwasserbrunnen eingesetzt wird, wird dazu zu vorbestimmten Zeitpunkten durch die Pumpe das Fluidniveau so weit abgesenkt, dass der als Niveausensor dienende Drucksensor freigepumpt wird, d. h. oberhalb des Fluidspiegels gelegen ist. In diesem Zustand
25 kann der Drucksensor den Umgebungsdruck, d. h. den Luftdruck bestimmen. Anschließend läuft der Pumpensumpf wieder voll und der Drucksensor liegt wieder unterhalb des Fluidspiegels, so dass er den hydrostatischen Druck erfasst, welcher durch das über ihm stehende Fluid verursacht wird. Da zuvor der Umgebungsdruck bestimmt worden
30 ist, kann nun die Druckdifferenz zwischen dem in dem Fluid erfassten Druck und dem Umgebungsdruck gebildet werden, so dass allein der durch das Fluid verursachte hydrostatische Druck erfasst wird und somit

die Höhe des Fluidstandes bestimmt werden kann, um Ein- und/oder Ausschaltzeitpunkt der Pumpe zu bestimmen.

Als Drucksensor wird ein Absolutdrucksensor eingesetzt, welcher einseitig beaufschlagt ist.

Anhand Fig. 1 wird nun der Ablauf eines Korrekturvorganges, d. h. der Ablauf der Bestimmung des Umgebungsdruckes näher beschrieben. In Fig. 1 ist die Höhe h des Flüssigkeitsniveaus in dem Pumpensumpf bzw. der vom Drucksensor erfasste Druck über die Zeit t aufgetragen. Die durchgezogene Linie 2 zeigt den Verlauf des vom Drucksensor abgegebenen Signals über die Zeit. Zunächst wird der Abpumpvorgang gestartet, so dass der Flüssigkeitsspiegel 2 bzw. das für Flüssigkeitsspiegel repräsentierende Drucksignal 2 abfällt, bis der Flüssigkeitsstand den Wert S_2 erreicht. Der Wert S_2 entspricht der Höhe S_2 , in welcher der Drucksensor an der Pumpe angebracht ist. Während dieses Abpumpvorganges erfasst die Steuereinrichtung der Pumpe eine durchschnittliche Absinkgeschwindigkeit, welche als punktierte Linie 4 in dem Diagramm gemäß Fig. 1 dargestellt ist. Wenn der Flüssigkeitsspiegel das Niveau S_2 des Drucksensors erreicht und anschließend unterschreitet, erfasst der Drucksensor den Umgebungsdruck, so dass der vom Drucksensor erfasste Druck nicht weiter sinkt. Da die Steuereinrichtung über den erfassten Druck den Flüssigkeitsstand in dem Pumpensumpf bestimmt, scheint zu diesem Zeitpunkt aufgrund des konstanten Druckes für die Steuereinrichtung das Flüssigkeitsniveau konstant zu sein, was durch den horizontalen Verlauf des Graphen 2 auf der Höhe S_2 während der Zeitintervalle t_1 und t_2 in Fig. 1 dargestellt ist.

Während des vorangehenden Abpumpvorganges wurde die durchschnittliche Sinkgeschwindigkeit des Flüssigkeitsspiegels dh/dt , dargestellt durch punktierte Linie 4, bestimmt. Um eine einwandfreie Bestimmung des Umgebungsdruckes gewährleisten zu können, soll der Flüssig-

keitsspiegel unter das Niveau S_2 auf das Niveau S_1 abgesenkt werden. Um das Niveau S_1 zu erreichen, muss somit der Flüssigkeitsspiegel ausgehend von dem Niveau S_2 noch um die Höhe h_1 abgesenkt werden. Aufgrund der zuvor ermittelten Sinkgeschwindigkeit dh/dt kann nun die

5 Zeitspanne t_1 bestimmt werden, in welcher die Pumpe mit konstanter Leistung weiterlaufen muss, so dass bei konstanter Sinkgeschwindigkeit das Flüssigkeitsniveau um das Maß h_1 auf das Niveau S_1 abgesenkt wird. Es gilt:

10
$$t_1 = h_1 / (dh/dt)$$

Nach Ablauf der Zeitspanne t_1 wird die Pumpe abgeschaltet und der Flüssigkeitsspiegel steigt im Intervall t_2 wieder an, bis er wieder das Niveau S_2 erreicht. Beim Überschreiten des Niveaus S_2 erfasst die Steuerung der Pumpe wieder eine Druckänderung, und das erfasste Signal

15 für den Flüssigkeitspegel, welches durch die durchgezogene Linie 2 in Fig. 1 dargestellt wird, steigt nach Ablauf des Intervalls t_2 wieder an.

In dem Intervall t_2 wird die Messung des Umgebungsdruckes durchgeführt, sofern das Intervall t_2 länger als ein vorgegebenes Intervall t_{2min} ist. Wenn das Sensorsignal für einen kürzeren Zeitraum als t_{2min} auf dem Wert S_2 konstant bleibt, liegt ein Fall vor, bei welchem der Flüssigkeitszu-

20 lauf in den Pumpensumpf den Flüssigkeitsablauf aufgrund des Abpumpvorganges durch die Pumpe kompensiert, so dass der Flüssigkeits-

25 spiegel konstant bleibt. In diesem Zustand ist der Drucksensor nicht freige-pumpt, obwohl er keine weitere Änderung des Druckes erfasst. Somit kann zu diesem Zeitpunkt keine Messung des Umgebungsdruckes durchgeführt werden. Wenn jedoch das Sensorsignal in einem Zeitraum

30 $t_2 > t_{2min}$ konstant auf dem Wert S_2 bleibt, kann davon ausgegangen werden, dass das Flüssigkeitsniveau unter das Niveau S_2 des Sensors abgesenkt wurde und der Sensor zu diesem Zeitpunkt somit frei, d. h.

außerhalb des Fluids bzw. der Flüssigkeit liegt und den Umgebungsdruck erfassen kann.

Im Anschluss an die Bestimmung des Umgebungsdruckes läuft der Pumpensumpf wieder voll, und nachfolgend ermittelte Druckwerte können auf Grundlage des Umgebungsdruckes korrigiert werden. Die Erfassung des Umgebungsdruckes erfolgt zu vorbestimmten Zeitpunkten, beispielsweise stündlich. Da Änderungen des Umgebungsdruckes wesentlich langsamer bzw. träger erfolgen als Änderungen des Flüssigkeitsniveaus, sind einzelne Messungen des Umgebungsdruckes in vorbestimmten Zeitintervallen ausreichend, um den in der Flüssigkeit bzw. dem Fluid erfassten Druck zu korrigieren, um die exakte Höhe des Flüssigkeitsstandes bestimmen zu können. Der Flüssigkeitsstand ist proportional zum Differenzdruck zwischen Fluiddruck und Umgebungsdruck.

15

Fig. 2 zeigt ein Diagramm entsprechend Fig. 1, welches einen weiteren Zustand veranschaulicht, in welchem keine Messung des Umgebungsdruckes vorgenommen wird. Wie anhand von Fig. 1 beschrieben, wird zunächst durch Starten der Pumpe das Flüssigkeitsniveau abgesenkt, was von dem Drucksensor erfasst wird, welcher einen Signalpegel 2 ausgibt. Zu einem Zeitpunkt T_1 bleibt das Signal 2 in der Nähe des Niveaus S_2 des Sensors konstant. Dies veranlasst die Steuereinrichtung zunächst zu der Annahme, dass das Niveau S_2 erreicht bzw. unterschritten sei, so dass der Sensor freigepumpt ist. Folglich bestimmt sie nun, wie anhand von Fig. 1 erläutert ist, das Intervall t_1 , in welchem die Pumpe weiterlaufen muss, um den Flüssigkeitsspiegel um das vorbestimmte Maß h_1 abzusenken. Nach Ablauf der Zeitspanne t_1 wird die Pumpe abgeschaltet. In dem in Fig. 2 gezeigten Fall steigt nun nach Ablauf des Intervalls t_1 das Signal 2 unmittelbar wieder an. Der Signalpegel 2 bleibt somit nicht, wie anhand von Fig. 1 erläutert, für eine Zeitdauer $t_2 > t_{2min}$ konstant. Aus dem unmittelbaren Wiederanstieg des Signalpegels 2 kann nun geschlossen werden, dass tatsächlich nicht das Flüssigkeitsni-

veau unter das Niveau S_2 abgesenkt worden ist, sondern dass lediglich ein Zulauf in den Pumpensumpf genau der durch die Pumpe abgepumpten Fluid- bzw. Flüssigkeitsmenge entsprochen hat, so dass in dem Intervall t_1 der Signalpegel 2 konstant war. Aufgrund des Wiederanstiegs des Signalpegels 2 vor Ablauf der Zeitspanne t_{2min} erkennt die Steuereinrichtung nun einen Fehler und führt keine Bestimmung des Umgebungsdruckes aus, sondern startet die Pumpe erneut, um den beschriebenen Vorgang von vorne zu beginnen und den Umgebungsdruck zu bestimmen.

Durch das zuvor beschriebene Verfahren kann ohne zusätzliche Sensoren ziemlich genau derjenige Zustand bestimmt werden, in welchem der Drucksensor ausreichend freigepumpt ist, um den Umgebungsdruck zu bestimmen. Alternativ kann beispielsweise ein zweiter Sensor in Form eines Drucksensors oder eines anderen Niveau- oder Feuchtsensors vorgesehen sein, welcher erfasst, ob der zur Druckmessung verwendete Drucksensor oberhalb oder unterhalb des Flüssigkeitsspiegels gelegen ist. Dies ist wichtig, um mit ein und demselben Sensor den Umgebungsdruck und den Druck in dem Fluid zu unterschiedlichen Zeitpunkten bestimmen zu können und den in dem Fluid gemessenen Druck auf Grundlage des Umgebungsdruckes korrigieren zu können bzw. den Differenzdruck bestimmen zu können. Alternativ kann beispielsweise im Bereich des oberen Endes einer Tauchpumpe ein Drucksensor zur Bestimmung des Umgebungsdruckes nach Absenken des Fluidspiegels angeordnet und im Bereich des unteren Endes der Tauchpumpe ein weiterer Drucksensor zur Bestimmung des Fluiddruckes vorgesehen sein. Auch bei dieser Anordnung bewirkt die Druckmessung von Umgebungsdruck und Fluiddruck zu zwei verschiedenen Zeitpunkten, dass es nicht erforderlich ist, den Drucksensor zur Bestimmung des Umgebungsdruckes ständig oberhalb des Fluidspiegels zu halten, was zusätzliche Verbindungsleitungen erfordern würde.

Eine weitere beispielhafte Anwendungsmöglichkeit des erfindungsge-
mäßigen Verfahrens ist eine Differenzdruckmessung in einem geschlosse-
nen Heizungskreislauf, um den von einer Umwälzpumpe erzeugten
Druck zu bestimmen. Hierzu wird, vorzugsweise an der Druckseite der
5 Pumpe, zu einem Zeitpunkt, an dem die Pumpe abgeschaltet ist, ein
erster Druck und zu einem anderen Zeitpunkt, zu dem die Pumpe ein-
geschaltet ist, ein zweiter Druck erfasst. Anschließend kann der Diffe-
renzdruck zwischen beiden erfassten Druckwerten bestimmt werden.
Auch hier kann auf einen Differenzdrucksensor, welcher ständig den
10 Differenzdruck zwischen Saug- und Druckseite der Pumpe erfasst, ver-
zichtet werden. Es ist lediglich ein Absolutdrucksensor erforderlich, wel-
cher die beiden zu vergleichenden oder voneinander zu subtrahieren-
den Drücke zu zwei verschiedenen Zeitpunkten bestimmt, wobei zuerst
der erste oder auch zuerst der zweite Druckwert bestimmt werden
15 kann.

Ansprüche

1. Verfahren zur Erfassung eines Differenzdruckes oder zur Korrektur eines in einem Fluid erfassten Druckwertes auf Grundlage eines anderen Druckes, dadurch gekennzeichnet, dass zu einem Zeitpunkt ein erster Druck und zu einem anderen Zeitpunkt ein zweiter Druck erfasst wird und der zweite Druck auf Grundlage des ersten Druckes korrigiert wird.
5
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei welchem zumindest ein als Niveausensor in einer Pumpe dienender Drucksensor vorgesehen ist und zu dem einem Zeitpunkt der Umgebungsdruck und zu dem anderen Zeitpunkt der Druck des von der Pumpe zu fördernden Fluids erfasst wird.
10
3. Verfahren nach Anspruch 2, bei welchem der Drucksensor zum Erfassen des Umgebungsdruckes zu dem einen Zeitpunkt in eine Position oberhalb der Oberfläche des zu fördernden Fluids gebracht wird.
15
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, bei welchem der Drucksensor zum Erfassen des Druckes des zu fördernden Fluids zu dem anderen Zeitpunkt in eine Position unterhalb der Oberfläche des zu fördernden Fluids gebracht wird.
20
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, bei welchem zur Bestimmung des Umgebungsdruckes das Fluidniveau unter das Niveau (S_2) des Drucksensors abgesenkt wird und der Drucksensor den Umgebungsdruck zur Korrektur des in dem Fluid erfassten Druckwertes erfasst.
25

6. Verfahren nach Anspruch 5, bei welchem nach Erreichen des Niveaus (S_2) des Drucksensors das Fluidniveau auf einen vorbestimmten Wert (S_1) unterhalb des Niveaus (S_2) des Drucksensors abgesenkt wird.
- 5 7. Verfahren nach Anspruch 6, bei welchem das Fluidniveau nach Erreichen des Niveaus (S_2) des Drucksensors während einer vorbestimmten Zeitspanne (t_1) weiter abgesenkt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, bei welchem die Zeitspanne auf Grundlage der zuvor von dem Niveausensor erfassten Absinkgeschwindigkeit (dh/dt) des Fluidniveaus berechnet wird.
- 10 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, bei welchem die Pumpe nach Erreichen des Niveaus (S_2) des Drucksensors nach Ablauf der vorbestimmten Zeitspanne (t_1) oder bei Erreichen eines vorbestimmten Fluidniveaus (S_1) unterhalb des Niveaus (S_2) des Drucksensors abgeschaltet wird.
- 15 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 9, bei welchem die Erfassung des Umgebungsdruckes nur erfolgt, wenn das Fluidniveau während einer vorbestimmten Zeitspanne (t_2) unterhalb des Niveaus (S_2) des Drucksensors verbleibt.
- 20 11. Verfahren nach Anspruch 10, bei welchem die Pumpe wieder gestartet wird, wenn eine Erfassung des Umgebungsdruckes nicht erfolgt.
12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welchem ein Verfahrensschritt zur Ermittlung des Umgebungsdruckes

gestartet wird, wenn das Fluidniveau mit einer vorbestimmten Mindestgeschwindigkeit zu sinken beginnt.

- 5 13. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welchem eine Erfassung des Druckes des umgebenden Mediums zu vorbestimmten vorzugsweise regelmäßigen Zeitpunkten durchgeführt wird.
- 10 14. Pumpensystem mit einem Niveausensor, welcher einen Drucksensor zur Bestimmung eines Absolutdruckes aufweist, und einer Steuereinrichtung, welche die Pumpe in Abhängigkeit der Messwerte des Niveausensors ein- und/oder ausschaltet, dadurch gekennzeichnet, dass die Pumpe eine Kalibrierungseinrichtung aufweist, welche die Pumpe so steuert, dass zur Kalibrierung ein Fluidniveau unter das Niveau eines Drucksensors abgesenkt wird, so dass dieser den Umgebungsdruck erfasst.
- 15 15. Pumpensystem nach Anspruch 14, bei welchem der Niveausensor, die Steuereinrichtung und die Kalibrierungseinrichtung Bestandteil eines Pumpenaggregates sind.
- 20 16. Pumpensystem nach Anspruch 14 oder 15, bei welchem der Drucksensor oberhalb des Saugmundes der Pumpe angeordnet ist.
17. Pumpensystem nach einem der Ansprüche 14 bis 16, bei welchem der Drucksensor am Stator- oder Pumpengehäuse angebracht ist.
18. Pumpensystem nach einem der Ansprüche 14 bis 17, bei welchem eine die Kalibrierungseinrichtung umfassende Steuereinrichtung in

einem Klemmenkasten oder in dem Pumpen- oder Statorgehäuse angeordnet ist.

19. Pumpensystem nach einem der Ansprüche 14 bis 18, bei welchem der Drucksensor ein einseitig beaufschlagter Absolutdrucksensor ist.
20. Verwendung eines einseitig beaufschlagten Drucksensors in einem Pumpensystem nach einem der Ansprüche 14 bis 19, wobei der Drucksensor nur über elektrische Anschlussleitungen verfügt.

Zusammenfassung**EPO - Munich
57
26. Sep. 2002****Verfahren zur Erfassung eines Differenzdruckes**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erfassung eines Differenzdruckes oder zur Korrektur eines in einem Fluid erfassten Druckwertes auf Grundlage eines Druckes eines umgebenden Mediums, wobei zu einem ersten Zeitpunkt der Druck des umgebenden Mediums und zu einem späteren, zweiten Zeitpunkt der Druck des Fluids erfasst wird und der in dem Fluid erfasste Druckwert auf Grundlage des Druckes des umgebenden Mediums korrigiert wird. Ferner betrifft die Erfindung ein Pumpensystem mit einem Niveausensor, in dem dieses Verfahren zum Einsatz kommt, sowie die Verwendung eines Drucksensors in einem solchen Pumpensystem. (Fig. 1)

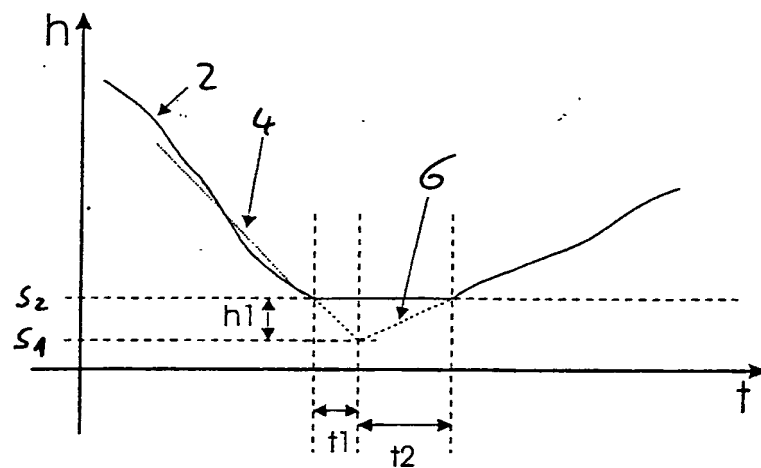


Fig. 1

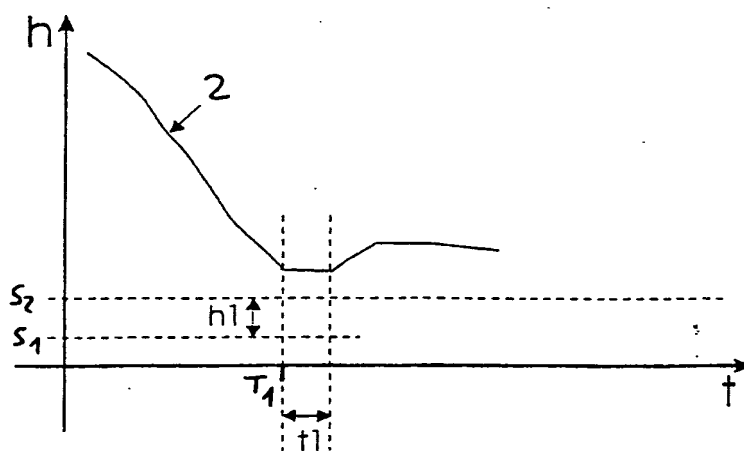


Fig. 2

